



Laura Stöhr (Autor)

Untersuchung von Wiederaufbereitungsmethoden von Lithium-Ionen-Zellen



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8842>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation dieser Arbeit	1
1.2	Ziel dieser Arbeit	2
1.3	Aufbau dieser Arbeit	3
2	Grundlagen	5
2.1	Elektrochemische Zellen	5
2.1.1	Definition	5
2.1.2	Aufbau und Bestandteile	6
2.1.3	Funktion	7
2.2	Lithium-Ionen-Zellen	8
2.2.1	Funktion	8
2.2.2	Elektroden	9
2.2.3	Elektrolyt	13
2.2.4	Solid Electrolyte Interphase (SEI)	16
2.2.5	Separator	17
2.2.6	Stromableiter	18
2.2.7	Ladefahren	18
2.2.8	Alterungsmechanismen	19
2.2.9	Tiefenentladung	23
2.3	Charakteristische Größen von Lithium-Ionen Zellen	25
2.3.1	Spannung und Überspannung	25
2.3.2	Kapazität und C-Rate	26
2.3.3	Ladezustand, Entladetiefe und Gesundheitszustand	27
2.3.4	Widerstand	28
2.3.5	Impedanzspektrum und Ersatzschaltbild	29
2.4	Charakterisierungsmethoden	31

2.4.1	Ruhespannungsmessung	31
2.4.2	Kapazitätsmessung	32
2.4.3	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	32
2.4.4	Stromsprung-Messung	33
3	Materialien und Methoden	35
3.1	Materialien und Geräte	35
3.1.1	Lithium-Ionen-Zellen	35
3.1.2	Messumgebung	36
3.1.3	Elektrische Kontaktierung	37
3.1.4	Materialien und Chemikalien zur Elektrolytherstellung	38
3.1.5	Öffnung und Befüllung der Zellen	39
3.1.6	Zellabdichtung	40
3.2	Charakterisierungsmethoden	41
3.2.1	Vorgehen	41
3.2.2	Ruhespannungsmessung	42
3.2.3	Kapazitätsmessung	43
3.2.4	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	44
3.2.5	Stromsprungmessung	46
3.2.6	Strompulsentladung	47
3.3	Kapazitätsbestimmung durch Ruhespannungsmessung und Strom- pulsentladung	48
3.4	Wiederaufbereitungsmethoden	51
3.4.1	Vorgehen - Gesamtüberblick	51
3.4.2	Tiefenentladung	52
3.4.3	Elektrolytzugabe	56
4	Ergebnisse und Diskussion	63
4.1	Kapazitätsbestimmung durch Ruhespannungsmessung und Strom- pulsentladung	63
4.2	Tiefenentladung	66
4.3	Schrittweise Tiefenentladung der LG-MH1 Zellen	66
4.3.1	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	66
4.4	Schrittweise Tiefenentladung der Samsung-15L Zellen	70
4.4.1	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	70

4.5	Tiefenentladung mit zeitlichem Abbruchkriterium	73
4.5.1	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	73
4.6	Kapazitätsmessung	76
4.7	Elektrolytzugabe mit LP40	77
4.7.1	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	77
4.8	Elektrolytzugabe mit 1 M LiPF ₆ in EMC/DEC (1:19)	80
4.8.1	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	80
4.9	Elektrolytzugabe mit 1,5 M LiPF ₆ in EMC/DEC (1:19)	83
4.9.1	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	83
4.10	Elektrolytzugabe mit 2 M LiPF ₆ in EMC/DEC (1:19)	85
4.10.1	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	85
4.11	Stromsprung-Messung	88
5	Zusammenfassung und Ausblick	93
5.1	Zusammenfassung dieser Arbeit	93
5.2	Ausblick	94
	Abkürzungsverzeichnis	95
	Formelzeichen	97
	Tabellenverzeichnis	99
	Abbildungsverzeichnis	101
	Literaturverzeichnis	103
	Danksagung	111
